

Monsieur le Président de l'Autorité de
Sûreté Nucléaire
15 rue Louis Lejeune
CS 70013
92541 Montrouge cedex

Nos références D455019009759
Interlocuteur ██████████
Dominante Position et Actions d'EDF
Objet Réacteurs en gestion Parité MOX – Document de
présentation de la variabilité des recharges en gestion Parité
MOX VD3 en vue d'une consultation du public

Références [1] Courrier CODEP DCN 2019 012204 du 25 mars 2019
[2] Courrier EDF D455616011735 du 18 avril 2016
[3] Courrier EDF D455019006083 du 20 mai 2019
[4] Courrier EDF D455019006442 du 1^{er} juillet 2019

St Denis, le **24 OCT. 2019**

Monsieur le Président,

Par le courrier en référence [1] vous nous avez informés que le dossier associé à la demande d'autorisation formulée dans le courrier en référence [2], portant sur la prise en compte dans les spécifications techniques d'exploitation du domaine de variabilité envisagé pour la gestion de combustible Parité MOX est acceptable. Cependant, la mise en œuvre de ce domaine de variabilité nécessite de modifier les prescriptions techniques des réacteurs exploités en gestion Parité MOX, ainsi que leur rapport de sûreté.

PJ : néant

Copies : ASN/DCN - IRSN/SSREP — IRSN/PSN/SEMIA

Durée de conservation : 100 ans

Applicabilité : BLA 1-2, CHB 1-2-3-4, DAM 1-2-3-4,
GRA 1-2-3-4-5-6, SLB 1-2, TRI 1-2-3-4,

Accessibilité : Interne

Lettre à l'ASN du 03/01/2019

Direction du Parc Nucléaire et Thermique
Division Production Nucléaire
UNité d'Ingénierie d'Exploitation

CAP AMPÈRE
1 place Pleyel
93282 SAINT-DENIS CEDEX

Téléphone +33 (0) 1 43 69 22 00 www.edf.fr

EDF – SA au capital de 1 505 133 838 euros
552 081 317 R.C.S. Paris

Nous vous avons sollicité par le courrier en référence [3] pour modifier les prescriptions techniques des réacteurs exploités en gestion Parité MOX afin de pouvoir mettre en œuvre la variabilité des campagnes en exploitation.

Nous vous avons également transmis par le courrier en référence [4] les pages modifiées du Rapport de Sûreté VD3 900 Parité MOX et VD3 900 Parité MOX TSN.

Conformément à votre demande, nous vous prions de bien vouloir trouver, en annexe, un complément au courrier en référence [3] en prévision de la mise à la consultation du public.

Nous vous prions d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de notre considération distinguée.

Délégué d'Etat-Major Combustibles

A large black rectangular redaction box covering the signature and name of the official.

Variabilité en gestion Parité MOX

1. Objet

L'objet de ce document est de présenter le dossier établi pour les tranches en gestion Parité MOX en référentiel VD3 justifiant la sûreté des leviers considérés sur la variabilité des longueurs de campagne, à intégrer au Rapport de Sûreté du référentiel concerné.

2. Contexte

a) **Notion de gestion combustible**

La gestion des cœurs du Parc Nucléaire d'EDF est aujourd'hui mise en œuvre de manière "standardisée" à l'échelle de chaque palier : 900 MW CP0, 900 MW CPY, 1300 MW et N4.

Dans ce contexte, la notion de "gestion combustible" renvoie à des recharges d'assemblages combustible similaires par leur composition, conduisant à un stock d'énergie disponible entre deux arrêts pour rechargement exprimé en Journée Equivalent Pleine Puissance (JEPP) de l'ordre de 300 à 400 JEPP¹ selon les paliers.

A l'issue de la campagne de production suivant l'introduction d'une recharge neuve dans le cœur, dans une plage d'irradiation pouvant varier de quelques dizaines de JEPP en plus (campagne en prolongation) ou en moins (campagne en anticipation) autour de la longueur naturelle, le réacteur est arrêté pour procéder au renouvellement du combustible. Une fraction du cœur (de l'ordre du tiers ou du quart selon la gestion combustible en vigueur) est définitivement déchargée et remplacée par des assemblages combustible neufs.

Pour un même réacteur, la longueur de campagne naturelle peut évoluer d'une campagne à l'autre suivant l'historique des campagnes précédentes, en fonction de l'usure des assemblages rechargés ayant déjà effectué au moins un cycle d'irradiation. A l'échelle d'un parc nucléaire couvrant 75 % de la production électrique, ces fluctuations "naturelles" des longueurs de campagnes s'avèrent insuffisantes par rapport à l'amplitude correspondant aux besoins d'exploitation, à la fois pour assurer l'indispensable saisonnalisation de la production contribuant à l'équilibre offre/demande mais également pour disposer d'une capacité de gestion des aléas.

Il est donc nécessaire de disposer d'un moyen supplémentaire d'adaptation des longueurs de campagnes en augmentant les plages de variation de l'inventaire initial en matière fissile déterminant la durée des cycles, et en démontrant la sûreté des cœurs associés.

b) **Notion de variabilité**

Par rapport à la conception initiale d'une gestion combustible, la variabilité se traduit par :

- une amplitude accrue dans les durées d'anticipation/prolongation autour de la longueur naturelle du cycle précédent,
- des ajustements dans l'inventaire des recharges d'assemblages neufs, autour du schéma de référence défini par la gestion combustible.

¹ Cette unité en JEPP conduit à parler de « durée » de cycle ou de campagne alors qu'il s'agit bien d'une unité d'énergie et pas d'une unité de temps.

Les objectifs principaux sont :

- l'adaptation de la durée des campagnes futures, vis-à-vis du calendrier des contraintes réglementaires (liées par exemple à la réglementation des appareils sous pression) et également vis-à-vis de l'optimisation de la production au niveau de chaque site et sur l'ensemble du parc nucléaire,
- la gestion des aléas d'exploitation ou d'approvisionnement en combustible,
- la mise à disposition d'un levier complémentaire pour l'optimisation des cœurs et le respect de certaines limites de sûreté, notamment vis-à-vis de la maîtrise de la réactivité.

c) Démonstration de sûreté dans le domaine cœur/combustible

Dans ce domaine, la démonstration de sûreté s'appuie sur 2 volets :

- à la conception, sur les études génériques versées au Rapport de Sûreté (RDS),
- en exploitation, sur une évaluation de sûreté réalisée à chaque campagne en tenant compte des caractéristiques spécifiques du nouveau cœur.

Les études génériques de sûreté consignées dans le RDS propre à une gestion combustible dans un référentiel de sûreté donné sont réalisées sur la base d'une dizaine de cycles théoriques de la gestion de référence dite "prévisionnelle".

Celle-ci est caractérisée par :

- une composition de la recharge : nombre d'assemblages neufs et proportions des différents types neutroniques d'assemblages (UO₂, URE, MOX, ...),
- un enrichissement en uranium 235 pour le combustible à l'Uranium ou une teneur en plutonium pour le combustible au Plutonium,
- un type de plan de chargement : défini en vue de respecter les critères de sûreté sur le cœur tout en limitant l'irradiation subie par la cuve,
- des scénarios d'enchaînements de cycles en longueur naturelle et avec prolongation maximale systématique (jusqu'à l'atteinte de campagnes dites d'équilibre de longueur naturelle constante) ainsi qu'un cycle d'anticipation maximale, scénarios visant notamment à encadrer une large plage d'irradiation du combustible.

La gestion prévisionnelle retenue à la conception est représentative de l'ensemble des configurations rencontrées en exploitation, au gré :

- des inventaires des cœurs, avec notamment l'utilisation d'assemblages combustible conservés dans le Bâtiment Combustible sous forme de "réserves de gestion" en particulier pour faire face aux aléas,
- des possibilités d'ajustement des durées de campagne très variables, en fonction notamment des contraintes pesant sur la programmation des arrêts de tranche au niveau de chaque site et à l'échelle du parc nucléaire, en lien avec les besoins du système électrique.

La sûreté des cycles en exploitation, avec des cœurs différents à chaque campagne, est évaluée en s'appuyant sur la démarche dite par « paramètres-clés ». Cette démarche adaptée à une déclinaison industrielle repose sur une liste de grandeurs physiques dénommées paramètres-clés, dont l'influence est dominante dans le déroulement des accidents. Cette liste est suffisante et elle permet de caractériser l'impact de la composition du cœur sur le déroulement des transitoires (typiquement via les effets en réactivité et la distribution de puissance). L'évaluation de sûreté consiste à vérifier que les différents paramètres clés respectent des valeurs limites du rapport de sûreté, permettant ainsi de valider que le nouveau cœur étudié est bien couvert par les études génériques de sûreté.

d) Prise en compte de la variabilité dans la démonstration de sûreté

La variabilité des cycles en exploitation peut différer des scénarios typiques de la gestion prévisionnelle (notamment sur la composition des recharges d'assemblages neufs), tout en conservant des caractéristiques physiques des cœurs compatibles avec la démonstration de sûreté.

Afin d'assurer la démonstration de sûreté de la variabilité, des justifications ont été établies par EDF sur les deux aspects techniques suivants :

- La robustesse de l'approche par paramètres clés :
EDF a confirmé la pertinence de la liste des paramètres-clés et de leurs valeurs limites pour l'ensemble des cycles réalisés en exploitation ainsi que pour des scénarios enveloppes du point de vue de la variabilité. Ce point est traité dans la Note d'Analyse d'Exhaustivité du Dossier Général d'Evaluation de la Sûreté des recharges (NAE DGES).
- La justification de la démonstration de la tenue des crayons combustible vis-à-vis du phénomène d'Interaction Pastille Gaine (IPG) lors des accidents dimensionnants de catégorie 2 du Rapport de Sûreté :
EDF a développé une démarche permettant de prendre en compte l'impact de la variabilité sur les études de sûreté relatives à l'IPG, au travers d'un biais pénalisant appliqué sur les marges IPG, se traduisant par des Spécifications Techniques d'Exploitation plus contraignantes.

Ces deux aspects sont désormais traités en conception sur une base élargie de plans de chargement représentatifs d'une variabilité adaptée aux besoins d'exploitation.

Ce sont ces éléments (démarche IPG variabilité, NAE DGES) qui portent dorénavant, en complément aux Rapports de Sûreté, la justification générique à la conception de la variabilité des cycles réalisés en exploitation.

Le premier référentiel pour lequel cette justification a été apportée correspond à la gestion Parité MOX mise en œuvre sur les 22 réacteurs CPY recyclant du MOX, en référentiel VD3.

3. Gestion Parité MOX

a) Situation actuelle en termes de démonstration de sûreté

Dans le cas des réacteurs CPY recyclant des assemblages MOX, la composition d'une recharge fait intervenir le nombre d'assemblages UO₂ (avec l'enrichissement associé en Uranium 235), et le nombre d'assemblages MOX (avec la teneur associée en Plutonium).

La gestion standard, en l'occurrence dénommée « Parité MOX », correspond à des recharges neuves comprenant :

- 28 assemblages de combustible de dioxyde d'uranium (UO₂) enrichis à 3,7% en Uranium 235,
- 12 assemblages d'oxyde mixte d'uranium et de plutonium (MOX) avec une teneur moyenne en plutonium inférieure ou égale à 9,08% sur un support en uranium contenant 0,25% d'Uranium 235.

À titre indicatif, la longueur de campagne naturelle à l'équilibre varie typiquement entre 245 JEPP (pour un enchaînement de cycles avec prolongation systématique) et 285 JEPP (pour un enchaînement de cycles en longueur naturelle). La démonstration de sûreté dans le RDS en vigueur permet en outre une anticipation maximale de 25 JEPP et une prolongation maximale de 60 JEPP.

b) Variabilité Parité MOX

b-1) Domaine de variabilité

Par rapport à ces caractéristiques, le dossier « Variabilité Parité MOX » permet d'étendre la justification générique au domaine suivant, représentatif de la variabilité en exploitation dans la gestion Parité MOX :

- Des scénarios de transitions depuis les gestions GARANCE en vigueur sur les réacteurs CPY lors du passage en gestion Parité MOX :
 - campagnes de transition usuelle entre l'ancienne gestion GARANCE MOX et la gestion Parité MOX,
 - campagnes de transition directe depuis la gestion GARANCE UO₂, situation rencontrée sur GRAVELINES 5 en 2012 et qui va se reproduire lors du futur passage au MOX de BLAYAIS 3 et 4.
- Des scénarios permettant notamment d'adapter au mieux les recharges et les plannings aux contraintes éventuelles d'approvisionnement en assemblages MOX :
 - une campagne ponctuelle de type "aléa 0 MOX" comportant une recharge de 40 assemblages UO₂ neufs,
 - une variante de gestion avec des recharges neuves de 32 assemblages UO₂ et 8 assemblages MOX, offrant une alternative (avec un inventaire MOX réduit) à l'option de référence de 28 assemblages UO₂ et 12 assemblages MOX.
- Des scénarios permettant une programmation des arrêts de tranche en phase avec les contraintes industrielles du Parc Nucléaire et les besoins du système électrique :
 - deux campagnes ponctuelles avec une recharge neuve réduite de 4 ou 8 assemblages UO₂, afin de réduire la durée du cycle de l'ordre de 25 ou 50 JEPP,
 - une campagne ponctuelle avec une recharge neuve augmentée de 4 assemblages UO₂, afin d'augmenter la durée du cycle d'environ 25 JEPP,
 - des campagnes précédées d'une anticipation systématique de 40 JEPP au cycle précédent,
 - une campagne ponctuelle précédée d'une anticipation supérieure à 40 JEPP.

b-2) Dossier de justification de la variabilité Parité MOX

Le dossier constitué par EDF s'appuie sur les éléments suivants :

- description de la démarche IPG simplifiée mise au point pour la variabilité ;
- comparaison des résultats entre la méthode IPG de référence en vigueur et la démarche simplifiée : cette comparaison a permis de vérifier la cohérence entre les deux approches et le caractère enveloppe de la démarche simplifiée ;

- application de la démarche à la variabilité des cœurs en gestion Parité MOX et élaboration des Spécifications Techniques d'Exploitation associées ;
- Note d'Analyse d'Exhaustivité du DGES associé à la variabilité Parité MOX.

Sur la base de ce dossier, EDF a révisé le RDS Parité MOX VD3 pour y intégrer la variabilité Parité MOX.